

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-072726

(43)Date of publication of application : 15.03.1994

(51)Int.Cl.

C03B 11/00

C03B 11/16

(21)Application number : 05-098152

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 23.04.1993

(72)Inventor : MASHIGE MASASHI
OMORI MASAKI
TOMITA MASAYUKI
YAMAMOTO KIYOSHI
NOMURA TAKESHI

(30)Priority

Priority number : 04172277

Priority date : 30.06.1992

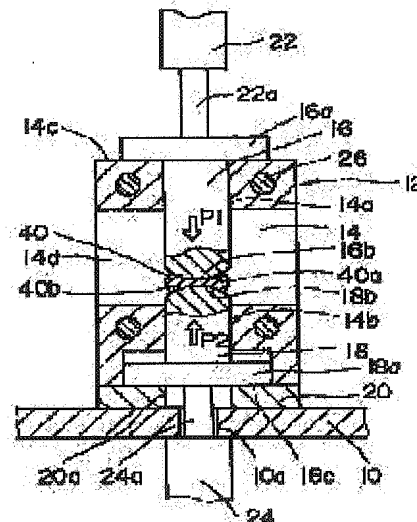
Priority country : JP

(54) METHOD FOR MOLDING OPTICAL ELEMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide such method for molding optical elements that the optical elements having high surface precision can be worked even if molding conditions are not strictly controlled and auxiliary devices are not prepd.

CONSTITUTION: This method for molding the optical elements is constituted to mold optical function surfaces 40a, 40b transferred with the surface shapes of molding surfaces 16b, 18b of a pair of mold members 16, 18 for molding to the surfaces of glass blank materials 40 by pressing the glass blank materials 40 heated to a softened state by using these mold members 16, 18. The method has a first stage for setting molding conditions in such a manner that a specified permanent set is stably formed on the optical function surfaces of the respective optical elements at the time of molding plural pieces of the optical elements and a second stage for molding the optical elements by using the mold members 16, 18 for molding worked in the surface shapes of the molding surfaces 16b, 18b to such a shape as to cancel the specified permanent set.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.03.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2972482

[Date of registration] 27.08.1999

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-72726

(43)公開日 平成 6 年(1994) 3 月15日

(51)Int.Cl.⁵

C 0 3 B 11/00
11/16

識別記号

E

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平5-98152

(22)出願日 平成 5 年(1993) 4 月23日

(31)優先権主張番号 特願平4-172277

(32)優先日 平 4 (1992) 6 月30日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000001007

キャノン株式会社

東京都大田区下丸子 3 丁目30番 2 号

(72)発明者 真重 雅志

東京都大田区下丸子 3 丁目30番 2 号 キャ
ノン株式会社内

(72)発明者 大森 正樹

東京都大田区下丸子 3 丁目30番 2 号 キャ
ノン株式会社内

(72)発明者 冨田 昌之

東京都大田区下丸子 3 丁目30番 2 号 キャ
ノン株式会社内

(74)代理人 弁理士 大塚 康德 (外 1 名)

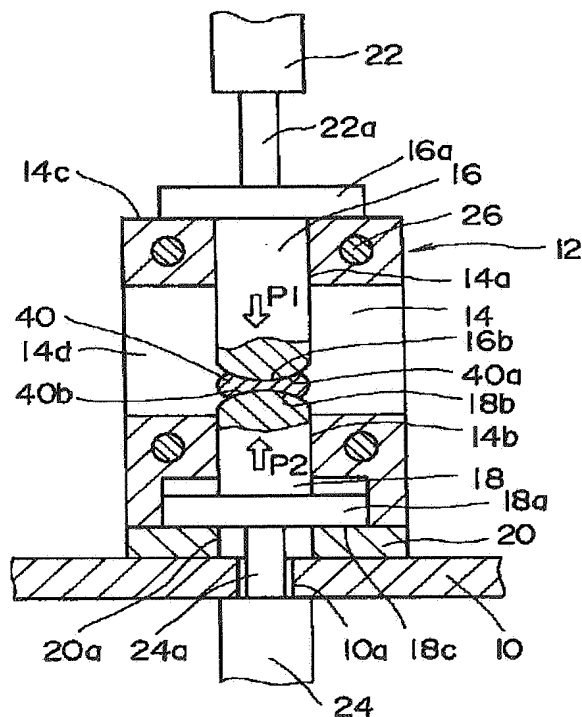
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光学素子の成形方法

(57)【要約】

【目的】成形条件を厳密に制御したり、補助的な装置を用意したりしなくとも高精度な面精度を有する光学素子を加工することができる様な光学素子の成形方法を提供する。

【構成】加熱されることにより軟化状態となっているガラス素材 40 を、一対の成形用型部材 16, 18 を用いてプレスし、型部材 16, 18 の成形面 16 b, 18 b の表面形状が転写された光学機能面 40 a, 40 b をガラス素材 40 の表面に形成する様にした光学素子の成形方法において、複数の光学素子を成形するにあたり、各光学素子の光学機能面に一定のクセが安定して形成される様に成形条件を設定する第 1 の工程と、成形面 16 b, 18 b の表面形状が一定のクセをキャンセルする様な形状に加工された成形用型部材 16, 18 を用いて光学素子の成形を行う第 2 の工程とを具備する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 加熱されることにより軟化状態となっているガラス素材を、一対の成形用型部材を用いてプレスし、該型部材の成形面の表面形状が転写された光学機能面を前記ガラス素材の表面に形成する様にした光学素子の成形方法において、
複数個の前記光学素子を成形するにあたり、各光学素子の光学機能面に一定のクセが安定して形成される様に成形条件を設定する第1の工程と、
前記成形面の表面形状が前記一定のクセをキャンセルする様な形状に加工された成形用型部材を用いて光学素子の成形を行う第2の工程とを具備することを特徴とする光学素子の成形方法。

【請求項2】 前記成形条件とは、少なくとも、前記一対の成形用型部材の温度差と、冷却速度と、冷却時において前記ガラス素材に印加される圧力と、離型させる温度とにより規定されることを特徴とする請求項1に記載の光学素子の成形方法。

【請求項3】 加熱されることにより軟化状態となっているガラス素材を、一対の成形用型部材を用いてプレスし、該型部材の成形面の表面形状が転写された光学機能面を前記ガラス素材の表面に形成する様にした光学素子の成形方法において、
所定の形状の光学素子の表面形状に対応した成形面形状を有する第1次の型部材を用いて、ガラス素材を、所定の加熱温度、型部材温度、加圧圧力、加圧時間、冷却速度等の成形条件に基づいて成形する第1の成形工程と、
該第1の成形工程において成形した光学素子の表面形状を測定する測定工程と、
該測定工程において得られた測定データと、光学素子の最終希望形状のデータとの誤差を算出する算出工程と、
前記算出工程において得られた結果に基づいて前記第1次の型部材の成形面を補正加工して第2次の型部材を加工する補正加工工程と、
前記第2次の型部材を用いて、ガラス素材を前記第1の成形工程と同じ成形条件でプレス成形する第2の成形工程とを具備することを特徴とする光学素子の成形方法。

【請求項4】 前記測定工程において得られた測定データと、前記最終希望形状のデータとの差は、少なくともニュートンリング4本以下であることを特徴とする請求項3に記載の光学素子の成形方法。

【請求項5】 前記成形条件のうち、前記一対の型部材間の温度差が、 $0 \pm 2.5^\circ \text{C}$ 、冷却速度が $20 \pm 5^\circ \text{C}/\text{min}$ 、冷却時圧力が $5 \pm 1.5 \text{ kN}$ に設定されていることを特徴とする請求項3に記載の光学素子の成形方法。

【請求項6】 前記光学素子は、非球面形状のレンズであることを特徴とする請求項3に記載の光学素子の成形方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えば非球面レンズなどの複雑な面形状を有する光学素子を高精度にプレス成形するための光学素子の成形方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、光学機器の小型化、軽量化にともない、光学系に使用されるガラスレンズの枚数を減らすことが望まれている。これを実現する一つ的手段として、レンズの枚数を少なくしても収差の補正が可能な非球面形状のレンズを使用することが挙げられる。このような非球面形状を有するレンズの製造方法としては、所定の表面精度を有する成形用型部材の間にガラス材料を挟み、プレス成形する方法が知られている。

【0003】このようにプレス成形により光学素子を成形する方法の従来例としては、特公昭61-32263号公報に開示されている様な方法が挙げられる。この方法は、光学素子の完成形状の理想形に正確に対応する面形状に仕上げられた成形面を有する一対の型部材の間に、ガラス素材を挟み込み、このガラス素材の粘度が $10^8 \sim 5 \times 10^{10}$ ポアズとなる様な温度範囲において、プレス成形を行うものである。その後、ガラス素材と型部材の温度差が少なくとも 20°C 以上にならない様に冷却を行い、ガラス素材の粘度が 10^{12} ポアズよりも小さくなる温度域において、成形された光学素子を型部材から取り出す。このような方法により高精度な光学素子を加工しようとするものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の従来例においては、例えば表面の曲率半径の大きい凹レンズや、メニスカスレンズ等の様に、面精度をだしくい形状の光学素子を加工しようとした場合には、種々の成形条件を最適なものに設定したとしても、要求される面精度（例えばニュートンリング1本以下といった高精度な値）を満足することができない場合がある。

【0005】また、完成した光学素子の面精度を少しでも向上させるためには、例えば成形後の冷却時におけるプレス圧を厳密に管理する必要があり、このようにプレス圧を厳密に制御することは困難を極めるものである。また、その他の成形条件に関しても、微妙な変化が面精度を低下させることにつながる。更には、光学素子の面精度を向上させるために補助的な装置を必要とする場合があり、加工装置のコストを上昇させ、それに伴って光学素子自体の高コスト化を招くという問題点もある。

【0006】したがって、本発明は上述した課題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、成形条件を厳密に制御したり、補助的な装置を用意したりしなくとも高精度な面精度を有する光学素子を加工することができる様な光学素子の成形方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上述の課題を解決し、目的を達成するために、本発明の光学素子の成形方法は、加熱されることにより軟化状態となっているガラス素材を、一対の成形用型部材を用いてプレスし、該型部材の成形面の表面形状が転写された光学機能面を前記ガラス素材の表面に形成する様にした光学素子の成形方法において、複数個の前記光学素子を成形するにあたり、各光学素子の光学機能面に一定のクセが安定して形成される様に成形条件を設定する第1の工程と、前記成形面の表面形状が前記一定のクセをキャンセルする様な形状に加工された成形用型部材を用いて光学素子の成形を行う第2の工程とを具備することを特徴としている。

【0008】また、この発明に係わる光学素子の成形方法において、前記成形条件とは、少なくとも、前記一対の成形用型部材の温度差と、冷却速度と、冷却時において前記ガラス素材に印加される圧力と、離型させる温度とにより規定されることを特徴としている。

【0009】また、本発明の光学素子の成形方法は、加熱されることにより軟化状態となっているガラス素材を、一対の成形用型部材を用いてプレスし、該型部材の成形面の表面形状が転写された光学機能面を前記ガラス素材の表面に形成する様にした光学素子の成形方法において、所定の形状の光学素子の表面形状に対応した成形面形状を有する第1次の型部材を用いて、ガラス素材を、所定の加熱温度、型部材温度、加圧圧力、加圧時間、冷却速度等の成形条件に基づいて成形する第1の成形工程と、該第1の成形工程において成形した光学素子の表面形状を測定する測定工程と、該測定工程において得られた測定データと、光学素子の最終希望形状のデータとの誤差を算出する算出工程と、前記算出工程において得られた結果に基づいて前記第1次の型部材の成形面を補正加工して第2次の型部材を加工する補正加工工程と、前記第2次の型部材を用いて、ガラス素材を前記第1の成形工程と同じ成形条件でプレス成形する第2の成形工程とを具備することを特徴としている。

【0010】また、この発明に係わる光学素子の成形方法において、前記測定工程において得られた測定データと、前記最終希望形状のデータとの差は、少なくともニュートンリング4本以下であることを特徴としている。

【0011】また、この発明に係わる光学素子の成形方法において、前記成形条件のうち、前記一対の型部材間の温度差が、 $0 \pm 2.5^\circ \text{C}$ 、冷却速度が $20 \pm 5^\circ \text{C}/\text{min}$ 、冷却時圧力が $5 \pm 1.5 \text{ kN}$ に設定されていることを特徴としている。

【0012】また、この発明に係わる光学素子の成形方法において、前記光学素子は、非球面形状のレンズであることを特徴としている。

【0013】

【作用】以上の様に、この発明に係わる光学素子の成形方法は、構成されているので、完成した光学素子に現れ

るクセが常に一定になる様に成形条件を設定し、その一定のクセをキャンセルする様な形状に型部材の成形面を加工しておくことにより、高精度な面精度を有する光学素子を加工することが可能となる。クセの現れ方が常に一定になる様な成形条件は、光学素子を、常に高精度な面精度に仕上げるために必要とされる成形条件程には厳密に制御されている必要がないので、容易に高精度な光学素子を製造することができる。

【0014】

【実施例】以下、本発明の好適な一実施例について、添付図面を参照して詳細に説明する。

【0015】図1は、一実施例の光学素子の成形方法を適用する成形用型12の構成を示した図である。また、図1は、凹レンズを成形加工するための成形用型12の構成を示しており、上型部材16と下型部材18によるガラス素材40のプレス動作が終了し、ガラスレンズの成形が略完了した状態を示している。

【0016】図1において、成形用型12の外殻部を構成する胴型14は、支持基板20を介して光学素子の成形装置本体10上に載置されている。胴型14は、上面視略正方形の角柱状に形成されており、その中心軸上には、この胴型14を上下に貫通した状態で、貫通穴14a、14bが形成されている。これらの貫通穴のうち上側の貫通穴14aには、円柱状に形成された上型部材16が、嵌合した状態で上下方向に沿って摺動可能に挿入されている。上型部材16の上端部には、円板状のフランジ部16aが形成されており、このフランジ部16aの下面が胴型14の上面14cに上方から当接することにより、上型部材16は、それ以上下方に移動することを阻止されており、これによって、上型部材16の下方へのプレスストロークが規定されている。また、上型部材16の下面には、ガラス素材40を押圧して、その表面に所望の形状を転写して光学機能面を形成するための成形面16bが形成されている。

【0017】なお、上型部材16の上方には、ガラス素材40に印加するプレス圧を発生させるためのエアシリンダ22が、不図示の支持部材により支持された状態で配置されている。エアシリンダ22の下方には、上下方向に沿ってピストンロッド22aが配置されており、このピストンロッド22aの下端部は、上型16の上端面に接続されている。したがって、エアシリンダ22が動作されてピストンロッド22aが下方に向けて押し出し動作されることにより、ガラス素材40にプレス圧P1が印加される。

【0018】一方、下側の貫通穴14bには、上型部材16と同様に円柱状に形成された下型部材18が、嵌合した状態で上下方向に沿って摺動可能に挿入されている。下型部材18の下部には円板状のフランジ部18aが形成されており、このフランジ部18aの下面18cは、胴型14が載置されている支持基板20の上面に当

接している。そして、この支持基板20により上型部材16からガラス素材40を介して下型部材18に加えられる下方へのプレス圧P1を受ける様に構成されている。下型部材18の上端面には、ガラス素材40の下面に所望の形状を転写して光学機能面を形成するための成形面18bが形成されている。

【0019】したがって、ガラス素材40には、その上面に、上型部材16の成形面16bの表面形状が転写された光学機能面40aが形成され、下面には、下型部材18の成形面18bの表面形状が転写された光学機能面40bが形成されることとなる。

【0020】また、成形された凹レンズ（ガラス素材40）の厚みは、上述した様に、上型部材16のフランジ部16aの下面が、胴型14の上面14cに当接することにより規定され、加工する毎に凹レンズ（40）の厚みは変化しない様になされている。

【0021】なお、成形装置本体10の下面には、エアシリンダ24が固定されており、このエアシリンダ24のピストンロッド24aは、成形装置本体10に形成された貫通穴10aと、支持基板20に形成された貫通穴20aを順次介して下型部材18の下面18cに接続されている。このエアシリンダ24は、凹レンズ（ガラス素材40）の成形動作が終了した後の冷却過程において、凹レンズ（40）の形が崩れることを防止するために、下型部材18を上方に押し上げて、凹レンズ（40）に圧力P2を作用させるためのものである。

【0022】一方、胴型14の側面には、開口穴14dが形成されており、この開口穴14dを介して、成形用型12の内部にガラス素材40が供給されると共に、成形の完了した凹レンズ（40）が成形用型12の内部から取り出される。

【0023】なお、胴型14内には、その四隅に位置した状態で、この胴型14、上型部材16、下型部材18を加熱すると共に、これら胴型14、上型部材16、下型部材18を介してガラス素材40を加熱するためのヒータ26が配置されている。

【0024】次に、上記の様に構成された成形用型12により凹レンズを成形する手順について説明する。

【0025】まず、図2に示したように、エアシリンダ22のピストンロッド22aを引き込み動作させて、上型部材16を胴型14に対して上方にスライドさせ、下型部材18から逃がしておく。この状態において、胴型14の開口穴14dを介して、オートハンド等により、所定の高温に加熱されたガラス素材40を下型部材18の成形面18b上に供給する。このとき供給されるガラス素材40は、凹レンズを成形する場合には、円板状に形成されているか、あるいは、凹レンズの完成形状に近い形状に形成されている。また、胴型14及び上型部材16及び下型部材18は、所定の成形条件に対応した温度に加熱されている。

【0026】ガラス素材40が、下型部材18の成形面18b上に供給された後、エアシリンダ22のピストンロッド22aを押し出し動作させて、ガラス素材40の上面に上型部材16の成形面16bを当接させ、ガラス素材40にプレス圧P1を印加させる。このプレス圧P1が印加されて、上型部材16が徐々に下方に移動すると、ガラス素材40は、しだいに水平方向に押しつぶされて、最終的には、図1に示した様な状態となる。この状態においては、ガラス素材40の上下には、上型部材16の成形面16bと下型部材18の成形面18bの形状が転写された光学機能面40a、40bが形成されており、また、ガラス素材40の厚みは、所望の厚みに成形されている。

【0027】この後、成形された凹レンズ（ガラス素材40）は徐々に冷却される。この冷却過程においては、成形された凹レンズ（40）の形状が崩れない様に、エアシリンダ24が作動されて下型部材18が押し上げられ、凹レンズ（40）に圧力P2が印加される。そして、所定の温度まで温度が低下した時に、再びエアシリンダ22が引き込み動作されて上型部材16が上方に移動し、この凹レンズはオートハンド等により、胴型14の開口穴14dを介して外部に取り出される。

【0028】上記の様な一連の動作により、凹レンズ（40）が成形加工されるわけであるが、この成形加工の途中において、凹レンズ（40）の光学機能面40a、40bの面精度に大きく影響を与えられられる成形条件としては、①冷却過程におけるプレス圧P2、②冷却中の上下の型部材16、18の温度差、③冷却速度が上げられる。

【0029】ここで、この実施例で示したレンズ形状において、ガラス素材40に重クラウンガラス（SK12）を使用し、冷却時のプレス圧P2を0N～10kNまで変化させて成形を行った際の凹レンズ（40）の光学機能面の形状精度をフィゾー干渉計によって調べた結果を図3に示す。

【0030】図3に示した結果によれば、冷却時のプレス圧P2が2.0kNである点を境として、それ以下のプレス圧では、離型不良を起こしていることが分かる。一方、プレス圧P2が増加するに従い凹レンズの面精度が悪化していることも分かる。したがって、離型不良の発生を極力防止することができ、且つ、凹レンズの形状精度が悪化しない様な最適なプレス圧P2は2.0kNであるということが出来るが、プレス圧P2を2.0kNに正確に制御することは非常に困難である。また、プレス圧P2を2.0kNに正確に制御したとしても、離型不良が全く起きないとは言えないし、また形状精度が最も良くなるとも言えない。したがって、冷却時のプレス圧P2を2.0kNに設定すれば、全ての不都合が解決するというわけではない。

【0031】なお、冷却中の上下の型部材16、18の

温度差の影響に関しては、 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 程度の温度差では、光学機能面の面精度はさほど低下せず、冷却速度に関しても、 $1^{\circ}\text{C}/\text{min} \sim 20^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 程度の差では、面精度にほとんど影響を与えないことが分かっている。

【0032】以上のことから、この実施例においては、離型性の良さと面精度の良さのバランスをとるための最良点を捜すのではなく、面精度はやや低下しても、確実に離型不良を防止できる様なプレス圧P2を選択する様にした。ただし、面精度はある程度低下してもよいが、複数のレンズを成形した時に、光学機能面が再現性良く、必ず同じクセ（光軸を中心とする軸対称な形状誤差）を持った形状に仕上がることが重要である。このように、成形する毎に同じクセを持った形状にレンズが加工されるのであれば、このクセをキャンセルする様に、型部材16、18の成形面の形状を決めれば、この型部材で、同じ条件の成形加工を行ったとき、理論的には全くクセのないレンズができ上がるはずである。

【0033】そのため、この実施例においては、成形されるレンズのクセが、成形のたび毎に一定となる様にするために、冷却時における上下の型部材の温度差を $0 \pm 2.5^{\circ}\text{C}$ 、冷却速度を $20 \pm 5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ と大まかに制御し、冷却時のプレス圧P2を $5 \pm 1.5\text{kN}$ と高い値に設定した。冷却プレス圧をこの程度の高い値に設定すると、光学機能面の面精度は若干低下するものの、離型不良を確実に防止することができ、且つ、光学機能面の形状の再現性も良い。

【0034】上記の成形条件によって、凹レンズを成形した際の上下の型部材の成形面形状、及び成形された凹レンズの光学機能面の形状をフィゾー干渉計によって調べた結果を示したものが図4である。この場合、型部材の成形面の形状は、クセをキャンセルする形状にはしていない。そのため、上記光学素子の光学機能面の形状は中高のクセがニュートンリング2～3本程度生じている。

【0035】図4の結果から、凹レンズの光学機能面のクセを読み取り、このクセをキャンセルする様な形状に成形面を加工した型部材をフィゾー干渉計によって調べた結果が、図5の左側の図である。また、この型を用いて、上記の成形条件で成形加工を行った場合の凹レンズの光学機能面の形状を示したものが図5の右側の図である。図5の結果から明らかな様に、この実施例の方法によって成形された凹レンズは、アス（光軸を中心とする軸対称でない形状誤差）、クセ共にニュートンリング1本以内に納まっており、極めて良好な面精度が得られていることが分かる。また、上記のクセをキャンセルした形状の型部材を用いて連続的に凹レンズを成形した結果、全てのレンズが、アス、クセ共にニュートンリング1本以下に納まっていた。

【0036】なお、上記の様にレンズの光学機能面のク

セをニュートンリングの本数から読み取り、このクセをキャンセルする様な形状に型部材16、18の成形面を加工することは、人手によって行うことが可能である。しかしながら、この様な型の加工作業を人手によって行うことは非常に手間のかかることであるため、実際には以下の様にNC工作機械を使用して自動加工により型の加工を行っている。

【0037】図6は、凹レンズの光学機能面のクセをキャンセルする様な形状に型部材を補正加工する手順を示したフローチャートである。

【0038】まず、ステップS2において、成形されるレンズのクセが、成形のたび毎に一定となる様な成形条件を設定する。本実施例では、前述した様に、ガラス素材40に重クラウンガラス（SK12）を使用し、冷却時の上下の型部材16、18の温度差を $0 \pm 2.5^{\circ}\text{C}$ 、冷却速度を $20 \pm 5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 、冷却時のプレス圧P2を $5 \pm 1.5\text{kN}$ に設定している。

【0039】次にステップS4において、上記の成形条件で、従来と同様の方法でレンズの成形加工を行う。この際、成形条件を上記の条件に設定することにより凹レンズ（40）の光軸を中心とする軸対称でない形状誤差は完全に防止されている。

【0040】ステップS6では既に良く知られている触診式形状測定器（タリサーフ）の触針28を、図7に示す様にステップS4において成形した凹レンズ（40）の光学機能面40a、40bに当て、光軸を通る直線に沿って光学機能面40a、40bの形状を測定する。凹レンズ（40）の光学機能面の形状は軸対称な形状に成形されているため、このタリサーフによる測定は1線に沿う測定のみで十分である。

【0041】ステップS8ではステップS6において測定した測定値と凹レンズ（40）の光学機能面40a、40bの設計値とのズレ量を算出する。測定値は上述した様に光軸を中心として全周に渡って対称な形状に形成されているので、図8に示す様に光軸からX方向のある位置での、Y方向のズレ量を算出すれば、この値が凹レンズ（40）の全周に渡って当てはまることとなる。

【0042】ステップS10では図9に示す様にステップS8で算出したズレ量を、（X＝光軸からの距離、Y＝設計値からのズレ量）の形で市販のNC研削加工機30に入力し、上下の型部材16、18の成形面16b、18bを追い込み加工する。このように、型部材16、18の成形面16b、18bを追い込み加工することにより、成形面16b、18bは凹レンズの形状誤差をキャンセルする様な形状に加工されることとなる。

【0043】次にステップS12では、NC研削加工機によって削られた成形面16b、18bの仕上げ加工を行う。ここでは、図10に示す様に、既に算出したX、Yの加工データを円筒座標系、すなわち光軸からの角度 θ とその角度における光学機能面の設計値からのずれ量

rに座標変換し、特開昭63-232956号に開示されている装置及び方法によって仕上げ研磨を行う。

【0044】ステップS14では、上記のステップS2～ステップS12の工程によって作成された補正入りの型部材を用いて、ステップS2で設定した成形条件で凹レンズの成形加工を行う。

【0045】上記の手順に沿って凹レンズの成形を行った結果、光学機能面の設計値からのズレ量が $0.33\mu\text{m}$ 以下の精度で凹レンズを成形することができた。

(他の実施例) 図11は、他の実施例を示しており、メニスカス状のレンズを成形する場合を示している。この他の実施例においては、ガラス素材40'としてフリントガラス(F8)を使用している。

【0046】この他の実施例では、成形するレンズの形状が一実施例と異なるため、冷却時のプレス圧P2の値よりも、冷却中の上下の型部材間の温度差の方が、レンズの光学機能面の面精度に大きく影響する。そのため、成形条件は、冷却時のプレス荷重P2を $3.0\pm 1.5\text{ kN}$ 、冷却速度を $20\pm 5^\circ\text{C}/\text{min}$ と大まかに制御し、光学機能面の面精度を成形のたび毎に安定させるために、上型部材16の温度を、下型部材18の温度よりも $7.5\pm 2.5^\circ\text{C}$ だけ高く制御した。

【0047】上記の成形条件によってメニスカスレンズを成形した際の上下の型部材の成形面の形状、及び成形された光学素子の光学機能面の形状をフィゾー干渉計によって調べた結果を図12に示す。この場合、上記光学素子の光学機能面の上下で生じているクセ量が大きくちがっており、上側面(凹面)でニュートンリング2～3本程度、下側面(凸面)でニュートンリング1～2本程度のクセが生じている。

【0048】図12の結果から、メニスカスレンズの光学機能面のクセを読み取り、このクセをキャンセルする様な形状に成形面を加工した型部材をフィゾー干渉計によって調べた結果が、図13の左側の図である。また、この型を用いて、上記の成形条件で成形加工を行った場合のメニスカスレンズの光学機能面の形状を示したものが図13の右側の図である。図13の結果から明らかな様に、この実施例の方法によって成形されたメニスカスレンズは、アス、クセ共にニュートンリング1本以内に納まっており、極めて良好な面精度が得られていることが分かる。また、上記のクセをキャンセルした形状の型部材を用いて連続的にメニスカスレンズを成形した結果、全てのレンズが、アス、クセ共にニュートンリング1本以下に納まっていた。

【0049】なお、この他の実施例においても、型部材の補正加工は、図6に示したフローチャートに沿って、一実施例の場合と全く同様に行われるものである。

【0050】以上説明した様に、上記実施例に示した光学素子の成形方法によれば、従来と同様の極めて基本的な装置によって、高精度な成形条件の制御も必要とせず

に、従来成形が困難であった形状の光学素子を高精度に成形することが可能となる。

【0051】なお、本発明は、その主旨を逸脱しない範囲で上記実施例を修正または変形したものに適用可能である。

【0052】例えば、上記実施例では、凹レンズとメニスカスレンズを成形する場合について説明したが、本発明は、その他の形状の光学素子、例えば、凸レンズや平板状の光学素子の成形にも適用可能である。

【0053】

【発明の効果】以上説明した様に、本発明の光学素子の成形方法によれば、完成した光学素子に現れるクセが常に一定になる様に成形条件を設定し、その一定のクセをキャンセルする様な形状に型部材の成形面を加工しておくことにより、高精度な面精度を有する光学素子を加工することが可能となる。クセの現れ方が常に一定になる様な成形条件は、光学素子を、常に高精度な面精度に仕上げるために必要とされる成形条件程には厳密に制御される必要がないので、容易に高精度な光学素子を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】一実施例の光学素子の成形方法を適用する成形用型の構成を示した図である。

【図2】上型部材が上方に逃げた状態を示した図である。

【図3】冷却時のプレス圧を変化させた場合の光学機能面の変化の様子を示した図である。

【図4】凹レンズを成形した際の上下の型部材の成形面形状、及び成形された凹レンズの光学機能面の形状をフィゾー干渉計によって調べた結果を示した図である。

【図5】クセをキャンセルした型の成形面形状、及びその型により成形された凹レンズの光学機能面の形状をフィゾー干渉計によって調べた結果を示した図である。

【図6】凹レンズの光学機能面のクセをキャンセルする様な形状に型部材を補正加工する手順を示したフローチャートである。

【図7】レンズの光学機能面の形状をタリサーフにより測定する様子を示した図である。

【図8】レンズの形状誤差を光軸からの距離Xと、設計値からのずれ量Yで表した状態を示した図である。

【図9】型部材の成形面を補正加工する様子を示した図である。

【図10】型部材の成形面の形状を r 、 θ 座標で表現した状態を示した図である。

【図11】他の実施例の光学素子の成形方法を適用する成形用型の構成を示した図である。

【図12】メニスカスレンズを成形した際の上下の型部材の成形面形状、及び成形された凹レンズの光学機能面の形状をフィゾー干渉計によって調べた結果を示した図である。

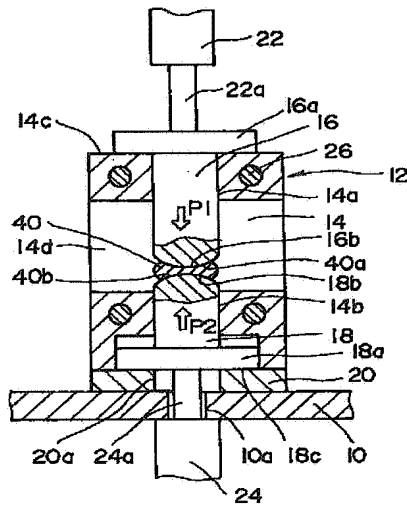
【図13】クセをキャンセルした型の成形面形状、及びその型により成形されたメニスカスレンズの光学機能面の形状をフィゾー干渉計によって調べた結果を示した図である。

【符号の説明】

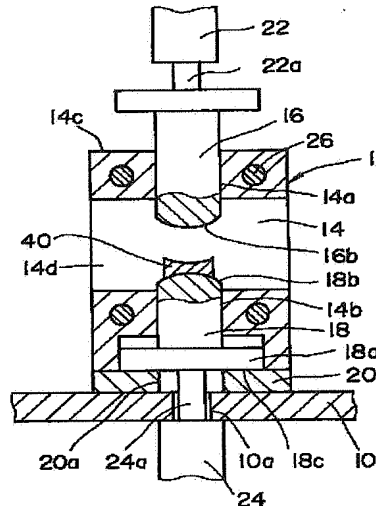
10 成形装置本体
12 成形用型

14 銅型
16 上型部材
18 下型部材
20 支持基板
22, 24 エアシリンダ
26 ヒータ
40 ガラス素材

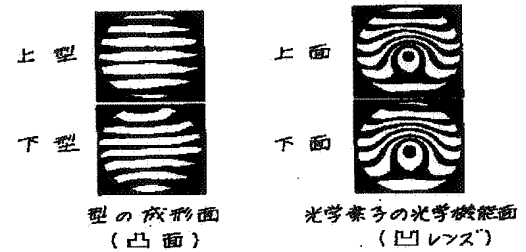
【図1】



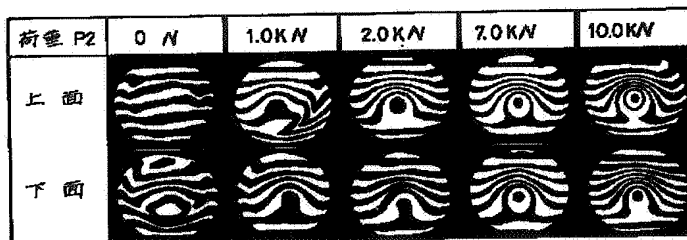
【図2】



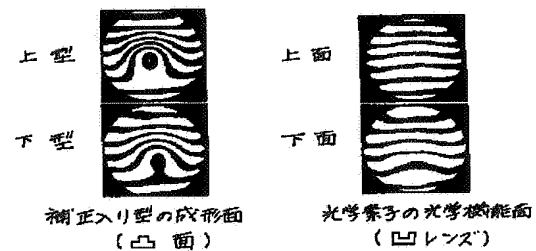
【図4】



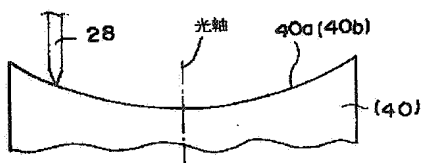
【図3】



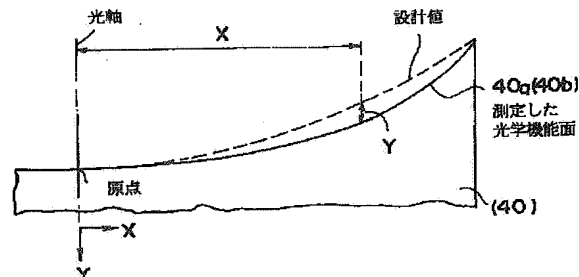
【図5】



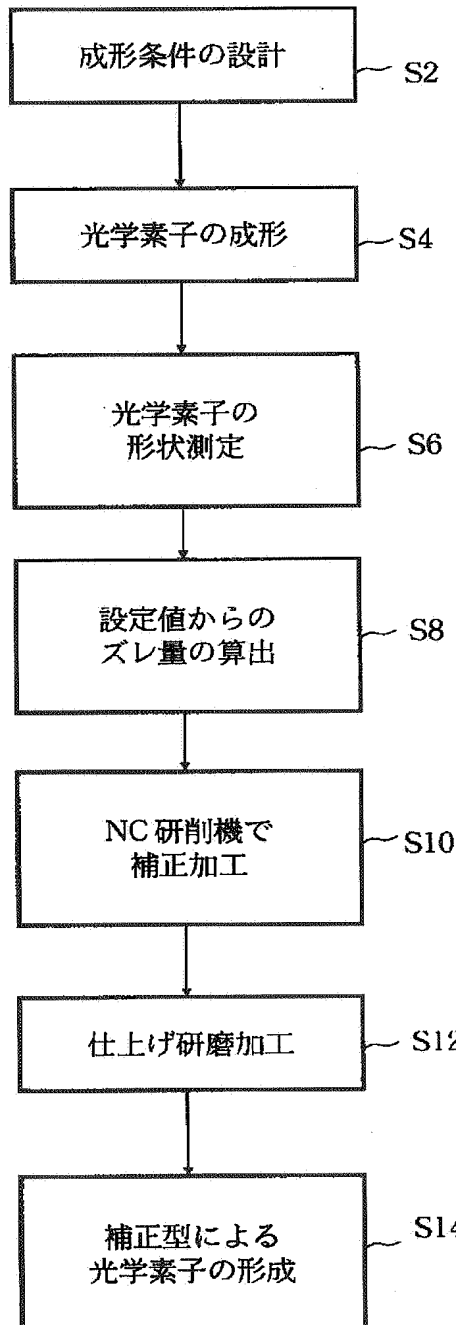
【図7】



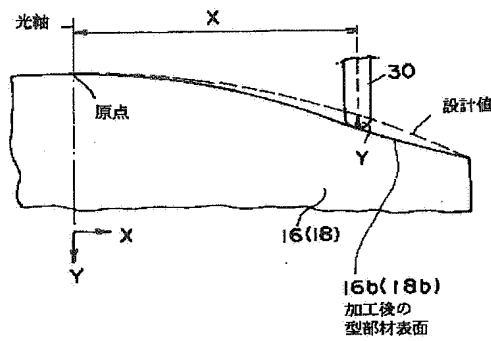
【図8】



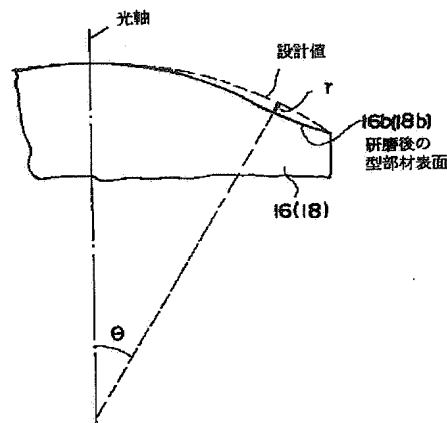
【図6】



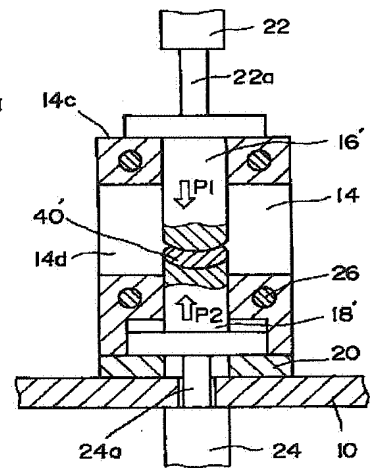
【図9】



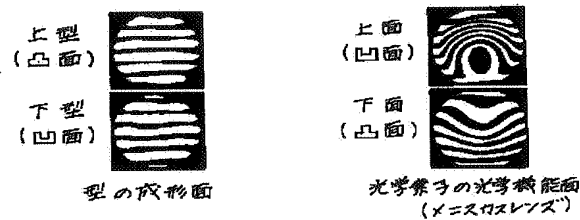
【図10】



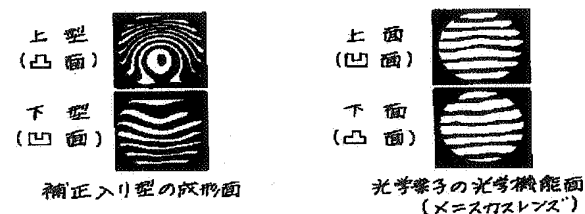
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 山本 潔
東京都大田区下丸子 3 丁目 30 番 2 号 キヤ
ノン株式会社内

(72)発明者 野村 剛
東京都大田区下丸子 3 丁目 30 番 2 号 キヤ
ノン株式会社内